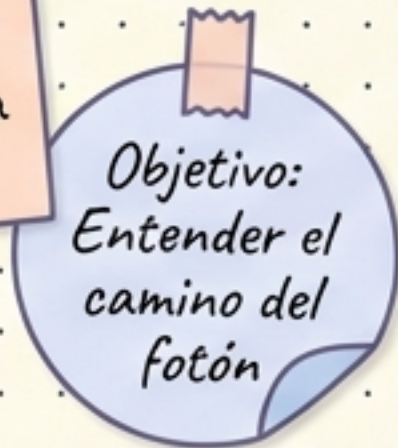
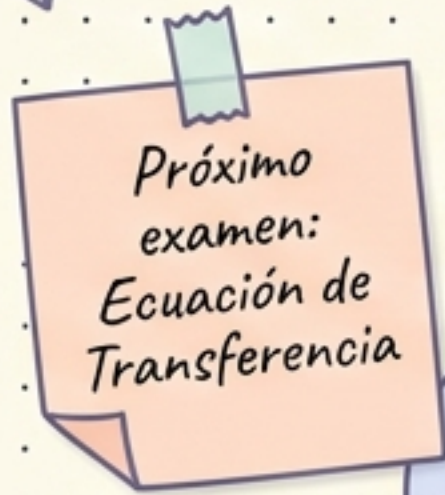
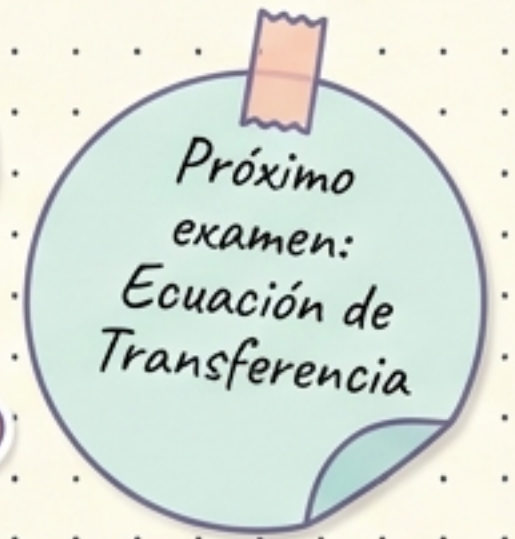


Astrofísica y el Viaje de la Luz (Transferencia Radiativa)

Apuntes de Clase: De la emisión estelar a nuestro telescopio.



I_ν

F_ν

k_ν

j_ν

F_ν

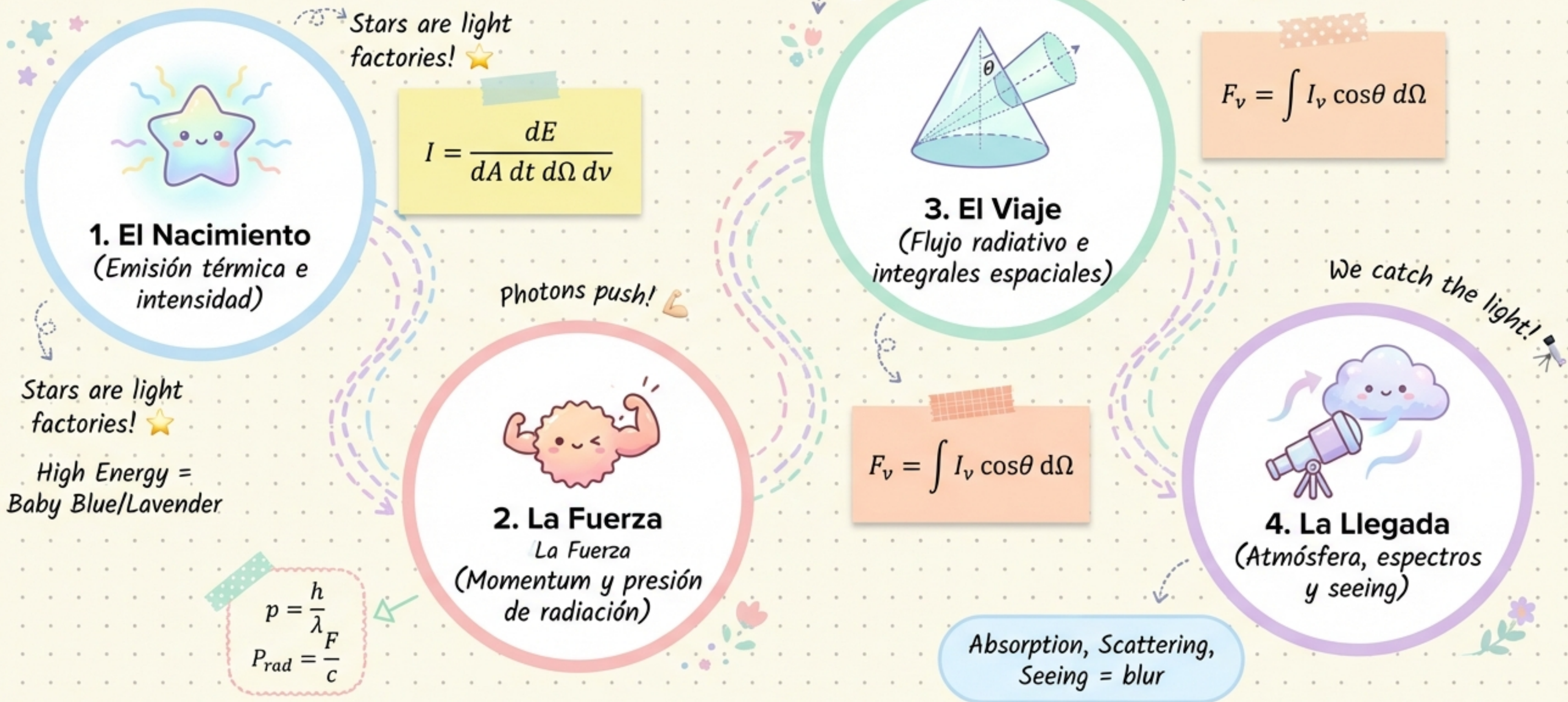
k_ν

k_ν

I_ν

j_ν

El Viaje del Fotón



¿Por qué brillan las estrellas y de qué color son?

La intensidad específica (I_ν) representa la energía de los rayos.



Estrella Azul

- Mayor Temperatura (T)
- Longitud de onda pico (λ_{max}) corta
- Mayor Intensidad Específica (I_ν)
- Fotones muy energéticos



Contra la intuición diaria, ¡el azul es más caliente!

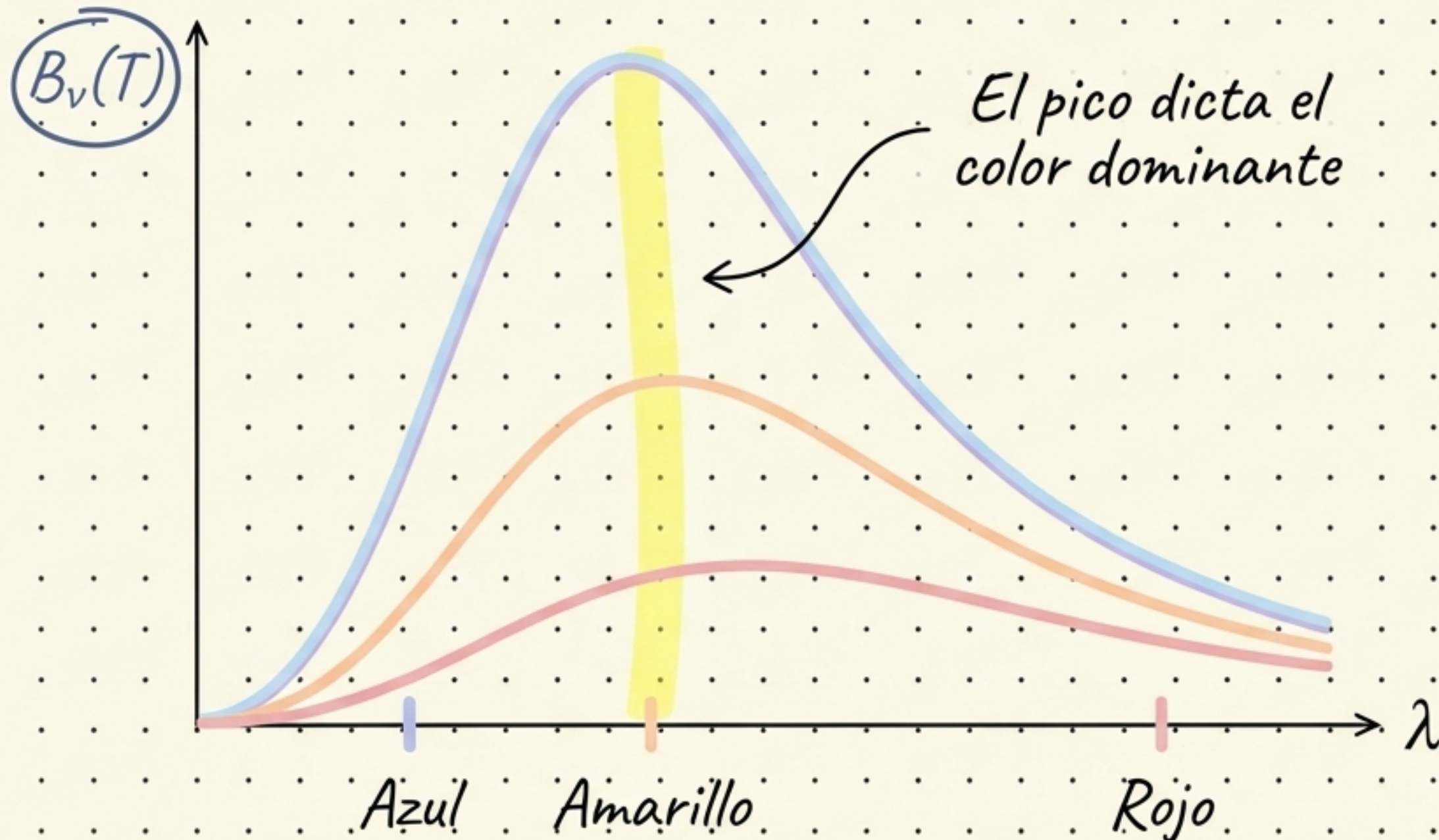


Estrella Roja

- Menor Temperatura (T)
- Longitud de onda pico (λ_{max}) larga
- Menor Intensidad Específica (I_ν)
- Fotones menos energéticos

El Espectro del Cuerpo Negro

Las estrellas no emiten luz de un solo color, sino un espectro completo.
La letra $B_{\nu}(T)$ representa la función de Planck (la intensidad perfecta).



La Luz tiene “Peso”: Momentum Radiativo

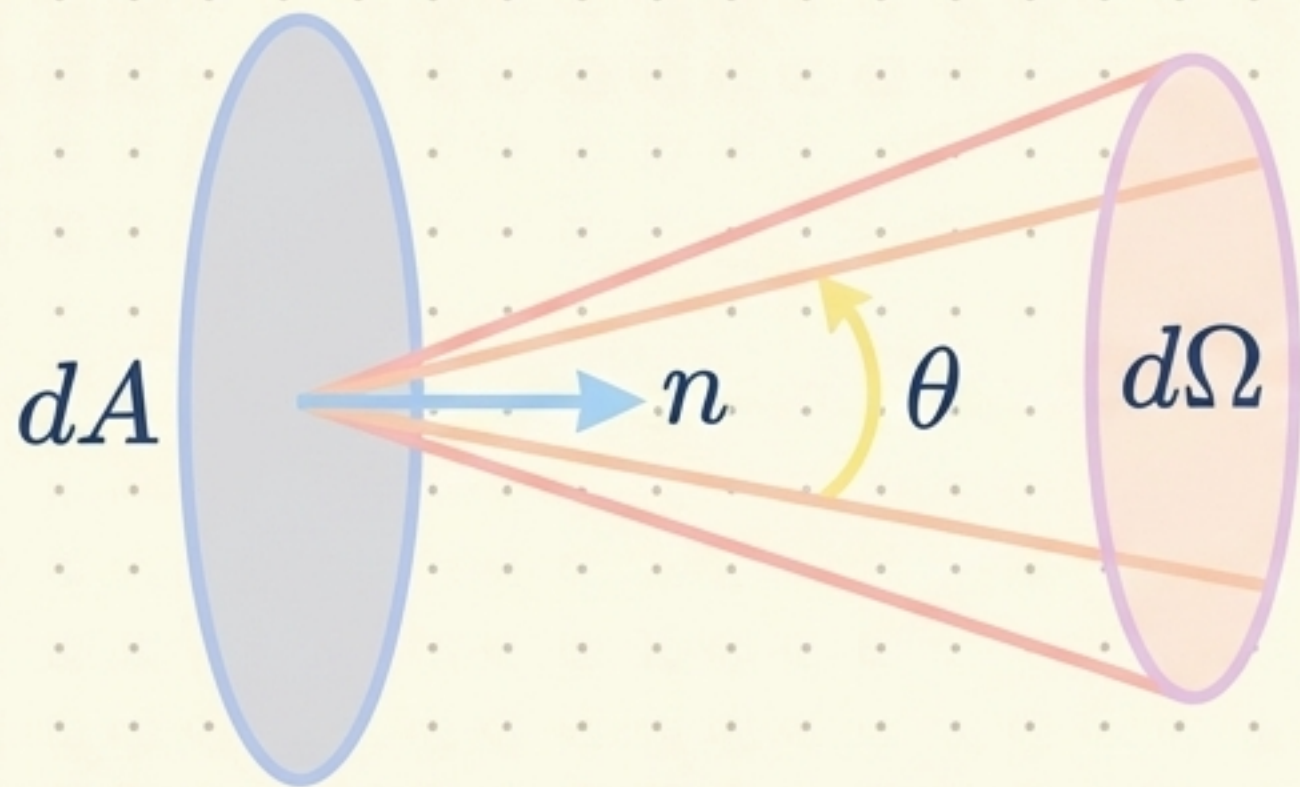
$$p_{\nu} = \frac{E_{\nu}}{c} = \frac{h\nu}{c}$$

La luz transporta energía y momentum. Este momentum, al transferirse a las partículas de la estrella, es lo que *mantiene a la estrella viva y estable* contra su propia gravedad.



Calculando la Presión de Radiación (P_{rad})

Solo la componente *perpendicular* del *momentum* genera presión.



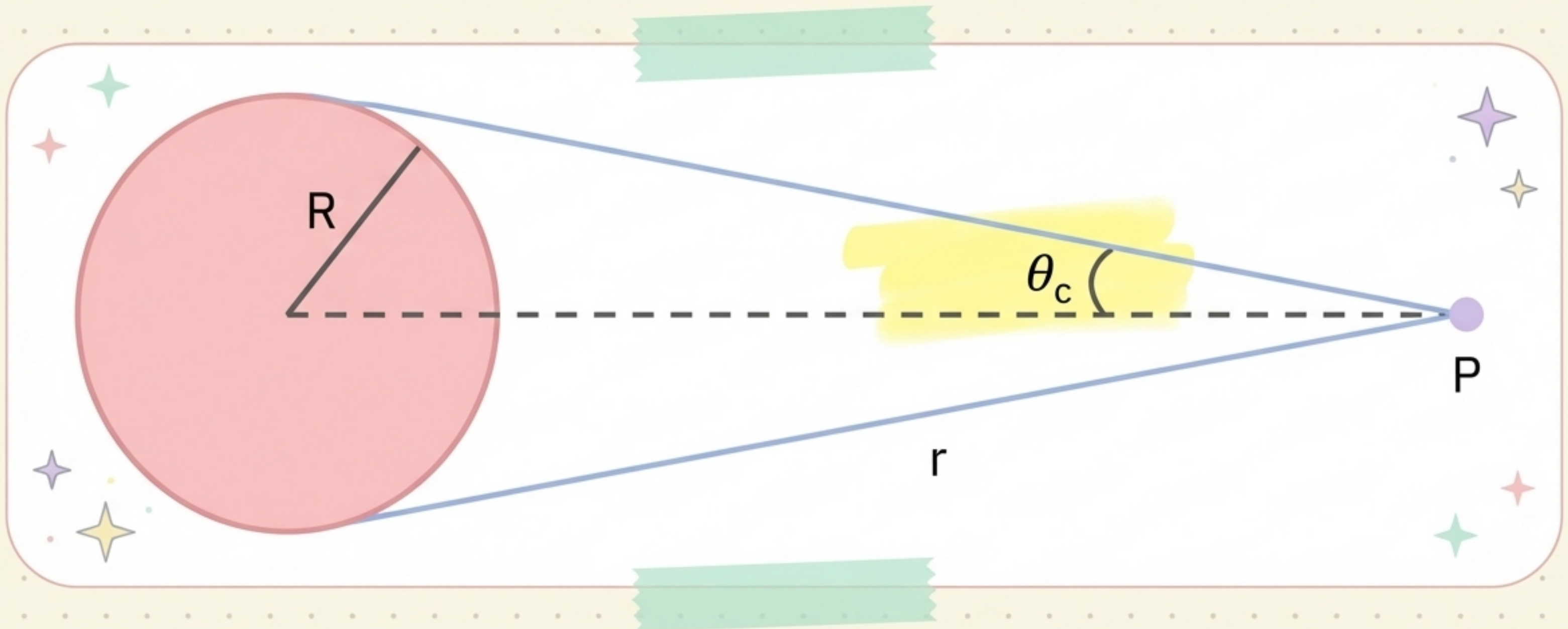
$$dP_{\nu} = \frac{I_{\nu}}{c} \cos^2 \theta d\Omega$$

Un $\cos\theta$ por la proyección geométrica, y otro $\cos\theta$ por la fuerza perpendicular.

$$P_{\nu} = \frac{4\pi}{3c} I_{\nu}$$

El Viaje: Del Origen al Observador

¿Cuánta luz recibimos de una estrella **esférica isotrópica**? Para saberlo, calculamos el **flujo radiativo** (F_ν) a una distancia r .

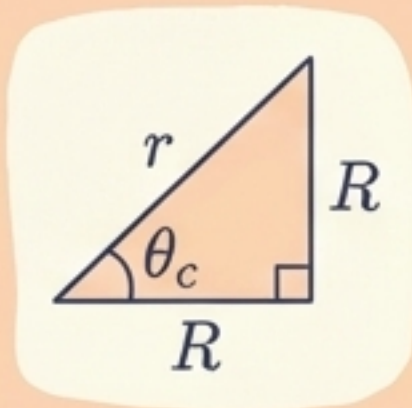


El "Despiece" Matemático: Límites de Integración

Paso 1: La Ecuación Base

$$F_{\nu} = \int I_{\nu} \cos\theta \, d\Omega$$

Paso 2: La Geometría



$$\sin(\theta_c) = \frac{R}{r}$$

Paso 3: El Secreto

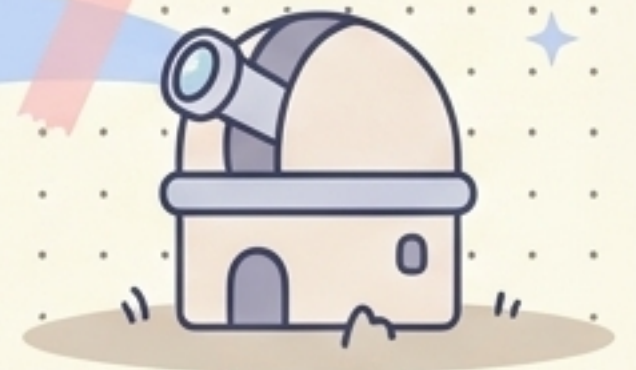
I_{ν} no es infinito. Vale B_{ν} *dentro* de la estrella, y 0 *fuera* de ella. Por eso integramos solo de 0 a θ_c .

El Flujo Final y la Ley de la Inversa del Cuadrado

$$F_{\nu} = \pi B_{\nu} \left(\frac{R}{r} \right)^2$$

Crece con el tamaño
de la estrella
(Radio al cuadrado)

Disminuye
drásticamente con
la distancia



Los Obstáculos: Transferencia Radiativa

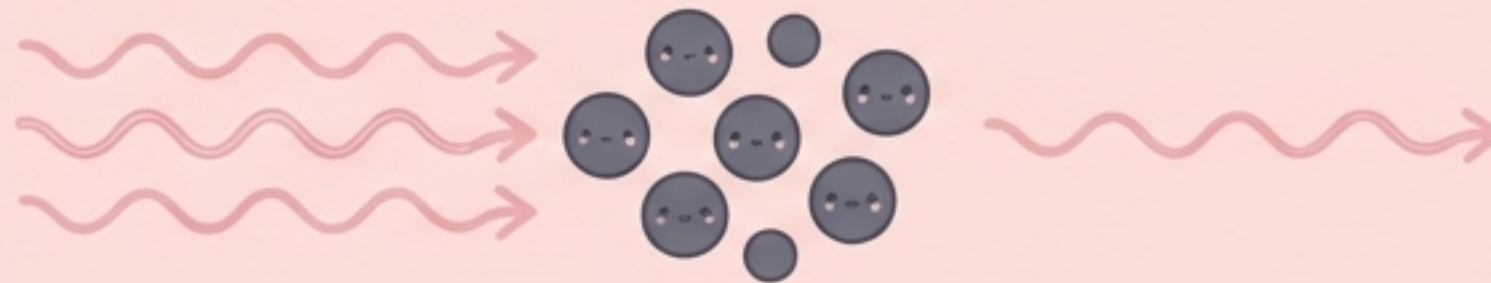
En el vacío, la luz viaja intacta. Pero al interactuar con la materia, ocurren tres procesos que alteran la intensidad específica (I_ν).

Emisión



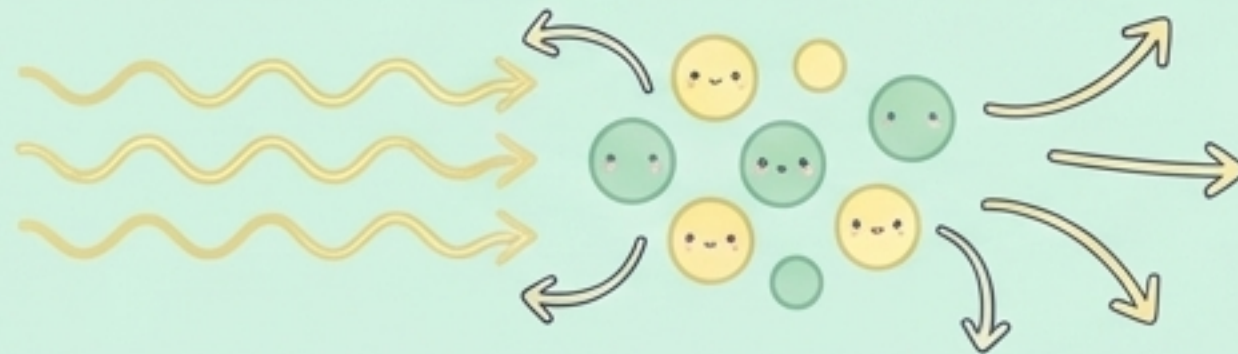
I_ν aumenta

Absorción



I_ν disminuye

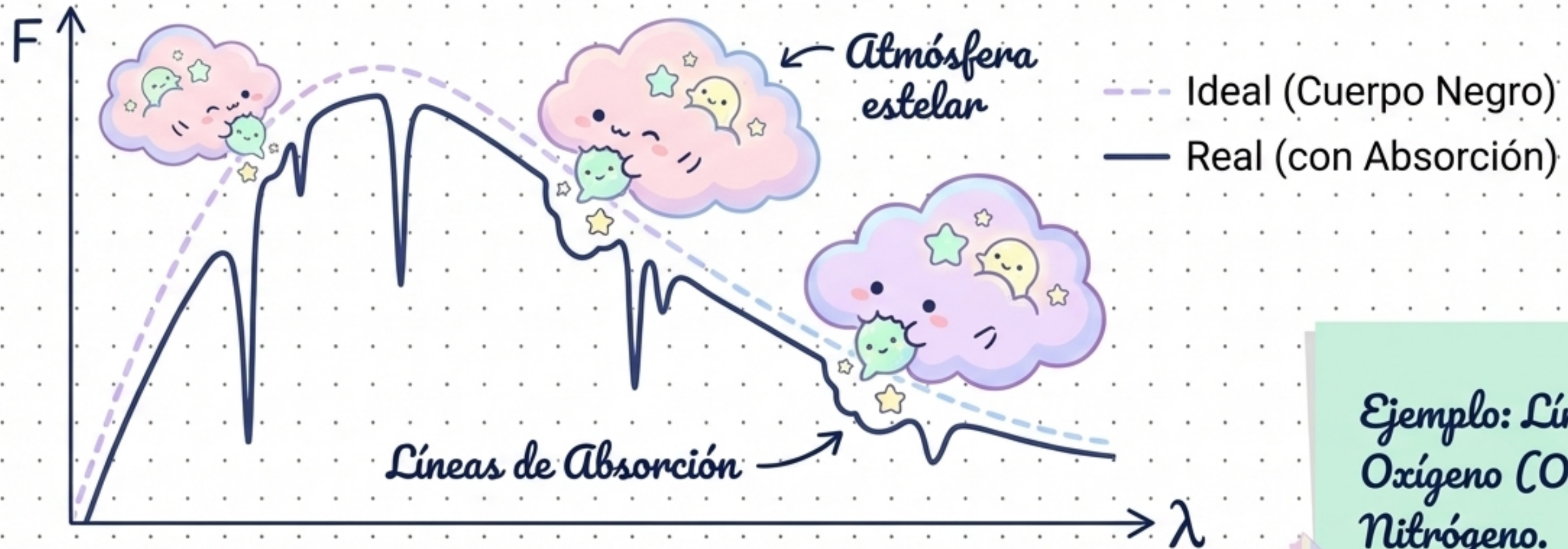
Scattering



I_ν cambia de dirección

Espectros Reales: Las "Huellas Dactilares" de la Atmósfera

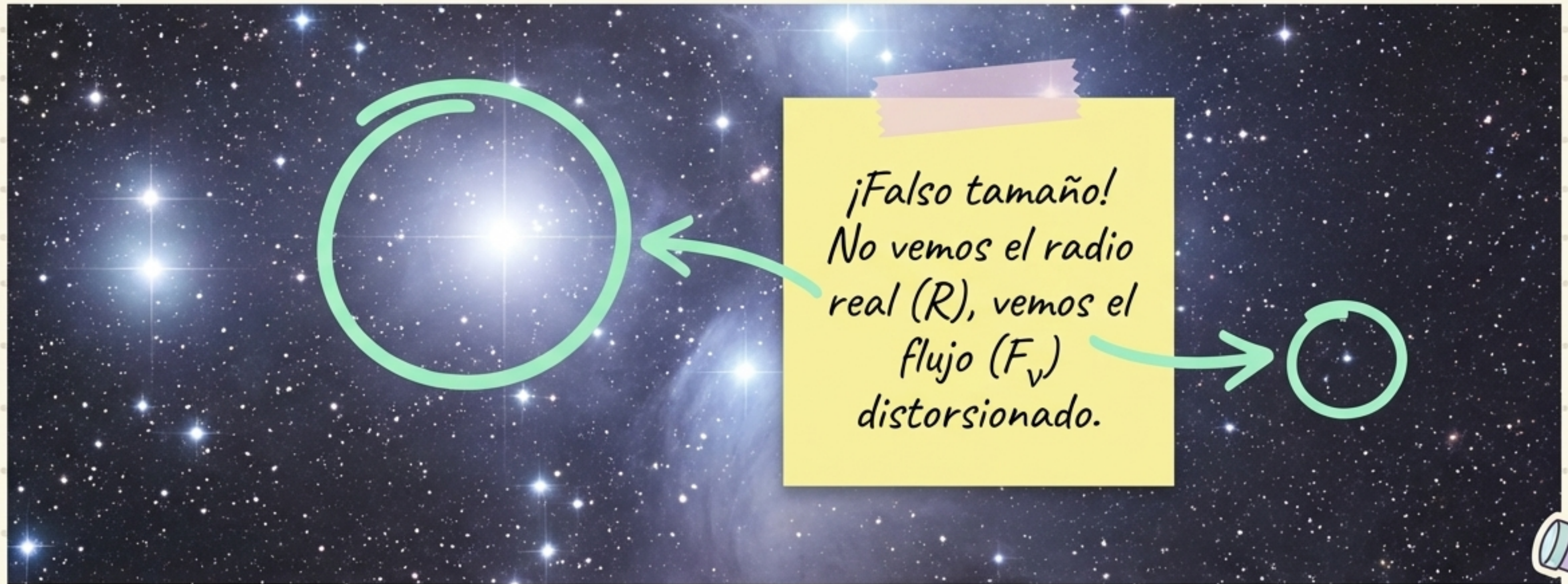
Las estrellas no son cuerpos negros perfectos. Su propia atmósfera absorbe fotones específicos, dejando "mordiscos" en el espectro.



Ejemplo: Líneas de Oxígeno (OIII) o Nitrógeno.

La Llegada: La Ilusión del Tamaño

En una fotografía astronómica, casi todas las estrellas son fuentes puntuales. *¿Por qué algunas se ven enormes y otras como puntitos?*



El Efecto 'Seeing' y la Atmósfera Terrestre

La turbulencia de nuestra atmósfera transforma un punto de luz perfecto en una mancha difusa.



Lo que llega al espacio
(Un punto).

Lo que ve el telescopio
(Point Spread Function).

El Ecosistema Observacional (Síntesis)

La imagen final en nuestro lente es el colapso de tres variables matemáticas y un obstáculo físico.





Descifrando la Noche

La física rigurosa y las integrales espaciales son la clave para decodificar la belleza ilusoria del cielo nocturno. Cada fotón cuenta una historia.